

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平11-505958

(43) 公表日 平成11年(1999) 5月25日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 M 10/04

H 0 1 M 10/04

Z

4/02

4/02

B

4/26

4/26

J

4/32

4/32

4/50

4/50

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 37 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-535936  
(86) (22) 出願日 平成8年(1996) 5月24日  
(85) 翻訳文提出日 平成9年(1997) 11月26日  
(86) 国際出願番号 P C T / U S 9 6 / 0 7 7 5 8  
(87) 国際公開番号 W O 9 6 / 3 7 9 1 9  
(87) 国際公開日 平成8年(1996) 11月28日  
(31) 優先権主張番号 0 8 / 4 5 2 , 4 2 3  
(32) 優先日 1995年5月26日  
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 バウンドレス コーポレーション  
アメリカ合衆国、コロラド 80303、ボウ  
ルダー、4001 ディスカバリー ドライ  
ブ、スイート、390  
(72) 発明者 ライマン、フィリップ、シー。  
アメリカ合衆国、コロラド 80303、ボウ  
ルダー、ラグランジ サークル、2880  
(74) 代理人 弁理士 小川 信一 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良された電池の設計

(57) 【要約】

軽量構造用板材の形で隔離された電池セルを含むように組み立てられた電池。各セルはハニカム構造(44)をなし、ハニカム構造の中の薄膜状の層がそれぞれ電極積層となる。各電極積層(20)は伸張陰極、伸張セパレータ、および伸張陽極を含む。セパレータに電解液を含浸させ電気化学的反応を促進させる。電気化学的反応は、NIMH電池、NiH電池、Li+電池、NiCd電池、鉛-酸電池または任意のその他の適当な電気化学的反応である。代替案として、電池セルは泡状陰極、泡状セパレータおよび泡状陽極から構成出来る。いずれの実施例を用いても、本発明は、その中に限定された多数の空間(45)を有し、比較的頑丈だが軽量の構造体の中への電気化学的エネルギーの貯蔵を達成するものである。

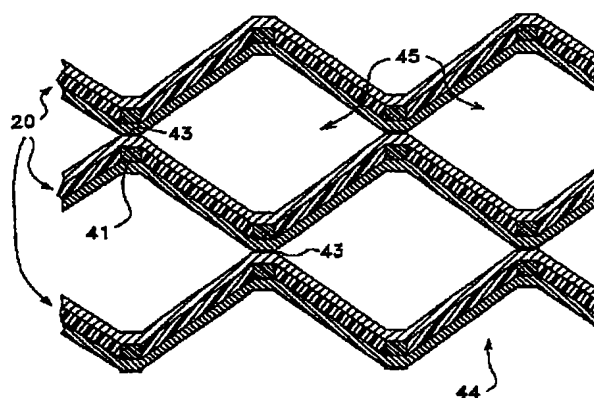


FIG. 4

## 【特許請求の範囲】

1. 第一化学薬品を含み回路の第一端子に接続出来る伸張陽極と、  
陽極に隣接して間隔をあけて配置され、第二化学薬品を含み回路の第二端子に  
接続出来る伸張陰極と、  
陽極と陰極との間に配置され、陽極と陰極との間に電氣的絶縁を設けるが、陽  
極と陰極との間のイオンの移動を含む陽極と陰極との間の電気化学的反應を可能  
にし、このイオンの移動が電池の陰極から電気回路を通して陽極まで電流が流れ  
ることを可能にする、セパレータと、  
を含み  
陽極と、セパレータと、陰極とが伸張電極積層を形成し、  
複数の伸張電極積層がまとまってハニカム構造に接続される  
ことを特徴とする電気回路に電力を供給するための第一端子と第二端子とを有す  
る電池。
2. 前記セパレータが透過性であって、前記第一化学薬品と前記第二化  
学薬品を含む電気化学的反應の発生を可能にする電解液により含浸され、その電  
気化学的反應においてイオンが化学薬品の間を移動して電池の前記陰極から電気  
回路を通して前記陽極まで電流が流れることを可能にする請求の範囲1に記載の  
電池。
3. 前記陽極が支持層と化学薬品層とを含む請求の範囲1に記載の電池  
。
4. 前記陽極が集電層と化学薬品層を含む請求の範囲1に記載の電池。
5. 前記陽極が支持層と、集電層と、化学薬品層とを含む請求の範囲1  
に記載の電池。
6. 前記陰極が支持層と化学薬品層とを含む請求の範囲1に記載の電池  
。
7. 前記陰極が集電層と化学薬品層を含む請求の範囲1に記載の電池。
8. 前記陰極が支持層と、集電層と、化学薬品層とを含む請求の範囲1  
に記載の電池。
9. 前記陽極と前記陰極とが前記セパレータに接合されている請求の範

図1に記載の電池。

10. 前記陽極と前記陰極とがスポット溶接により前記セパレータに接合されている請求の範囲9に記載の電池。

11. 前記第一化学薬品が水素化金属を含み、前記第二化学薬品が水酸化ニッケルを含み、前記電解液が水酸化カリウムを含む請求の範囲2に記載の電池。

12. 前記ハニカム構造が、隣接する電極積層のそれぞれの一对の間の一連の規則的に間隔を置いた位置に、接着剤を塗布して形成される請求の範囲1に記載の電池。

13. 隣接する電極積層の任意の一对の間の接着位置が、隣接する電極積層の一对の一つと反対側に隣接する電極積層との間の接着位置からずらしてある請求の範囲12に記載の電池。

14. 前記セパレータが、前記接着位置のそれぞれに隣接し対応して少なくとも一つの固体材料の領域を含む請求の範囲13に記載の電池。

15. 複数の分離されたハニカム構造が互いに分離されたセルとして電池パネルに結合され、

複数の分離されたセルのそれぞれを受け入れる挿入枠と、

前記挿入枠に反対側から前記セルを挟んで取付けられた上部面板と下部面板との一对の面板とを含む請求の範囲1に記載の電池。

16. 前記面板が前記挿入枠と、前記分離されたセルとに接着剤により接着され、前記挿入枠への接着具が電気的絶縁性接着剤であり、前記分離されたセルへの接着具が導電性接着剤である請求の範囲15に記載の電池。

17. さらに前記挿入枠と前記分離されたセルとの外側周辺にあって前記面板の間に挟まれた複数の端部閉鎖具を含む請求の範囲15に記載の電池。

18. 前記第一化学薬品が水素化金属を含み、前記第二化学薬品が水酸化ニッケルを含み、前記電解液が水酸化カリウムを含み、

前記セパレータが透過性で、前記第一化学薬品と前記第二化学薬品を含む電気化学的反応が起こることを可能にする電解液により含浸され、その電気化学的

応においてイオンが前記化学薬品の間を移動して電池の陰極から電気回路を通して陽極まで電流が流れることを可能にし、

前記陽極と前記陰極とがそれぞれ支持層と、集電層と、化学薬品層とを含み、

前記陽極と前記陰極とがスポット溶接により前記セパレータに接合されており、

前記ハニカム構造が、隣接する電極積層のそれぞれの一对の間の一連の規則的に間隔を置いた位置に、接着剤を塗布して形成され、隣接する電極積層の任意の一对の間の接着位置が、隣接する電極積層の一对の一つで反対側に隣接する電極積層との間の接着位置からずらしてあり、前記セパレータが、接着位置のそれぞれに隣接し対応して少なくとも一つの固体材料の領域を含む

請求の範囲16に記載の電池。

19. 前記第一化学薬品が水素触媒で、前記第二化学薬品が水素化ニッケルを含み、前記電解液が水酸化カリウムを含む請求の範囲2に記載の電池。

20. 前記水素触媒がプラチナである請求の範囲19に記載の電池。

21. 前記第一化学薬品がリチウム・イオン源で、前記第二化学薬品がリチウム・イオンを受け入れて貯蔵出来る物質である請求の範囲1に記載の電池。

22. 前記リチウム・イオン源がリチウム金属で前記リチウム・イオンを受け入れて貯蔵出来る物質が二酸化マンガンである請求の範囲21に記載の電池。

23. 電気化学的反応が可逆反応であって、電池の充電によりエネルギーが電池に蓄えられ、電池の放電によりエネルギーが電池から抽出される請求の範囲1に記載の電池。

24. ニッケル・プラズマが薄膜上にスパッタされて前記集電層が基盤層の上に形成され、水素化金属が前記ニッケル集電層の上に析出されて化学薬品層を形成する請求の範囲5に記載の電池。

25. ニッケル・プラズマが薄膜上にスパッタされて集電層が基盤層の上に形成され、水酸化ニッケルの層がその上に析出される請求の範囲8に記載の電池。

26. さらに第二セパレータと第二陰極を含み、これらを前記陽極に隣接

して前記陽極の第一セパレータと第一陰極の反対側におく請求の範囲1に記載の電池。

27. 別々の半反応が前記陽極と前記電解液との間に起こり、補完的で別の半反応が前記陰極と前記電解液との間に起こる請求の範囲2に記載の電池。

28. 第一化学薬品を含む伸張陽極を作成するステップと、

第二化学薬品を含む伸張陰極を作成するステップと、

伸張多孔質のセパレータを作成するステップと、

伸張電極積層形成のために前記陽極と前記陰極とを前記セパレータの反対側両面への接合するステップと、

複数の伸張電極積層をハニカム構造へ組立てるステップと、

前記セパレータに電解質を含浸するステップと、

の段階を含む電池組立のための方法。

29. 前記セパレータが複数の連続固体部分を含み、

接合段階に、前記陽極と前記陰極とを前記セパレータの連続した固体部分に向かって押しつけながら、固体部分のそれぞれを前記セパレータの前記固体部分の溶融点近くの温度に加熱することによって、前記陽極と前記陰極とを前記セパレータにスポット溶接することを含む請求の範囲28に記載の方法。

30. 前記ハニカム構造が電池セルを規定し、その方法が

複数の電池セルを互いに隔離するステップと、

複数の隔離された電池セルを外殻に収容して電池パネルを形成するステップと、

電池セルから前記外殻の外側まで電氣的フィードスルーを作成するステップと、

の段階を含む請求の範囲28に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】**

## 改良された電池の設計

## 技術分野

本発明は電池に関し、特に、電池の機能上の構成要素が電池を使用する車両または装置のための構造部材として役立つ分散電池の設計に関する。

## 背景技術

内燃機関を用いるガソリンまたはディーゼル動力の車両は、文明社会の成人の大多数にとって輸送の標準様式である。残念ながら、ガソリンまたは炭化水素燃料で作動するエンジンを有するこのような自動車には二つの重大な欠点がある。先ず第一に、車両からの排気が市街地の空気汚染の重大な犯人であること。第二に、大半の国々は、炭化水素燃料（特にガソリン）を市場価格またはその近くの価格で生産するだけの天然資源を持っていないこと。したがって、これらの国々はこれらの資源について他国に頼っている。

これらおよびその他の理由によって、他の動力源を持つ自動車を開発する動きが熟成されつつある。その有力候補の中に電池を動力源とする電気自動車がある。米国においては、州レベルと連邦レベルで、新電気自動車の販売、電気自動車購入者のための課税猶予および排気のある車両の販売に対し販売せねばならぬ排気のない車両の割合に関する要求事項、に関し現行の法律と審議中の法制とがある。1990年に連邦政府は、U. S. Advanced Battery Consortium (USABC) の設立を認可した。エネルギー省の庇護の下に、USABCはクライスラ、フォード、ゼネラルモータおよび電力研究所を召集し、電気自動車用電池の研究開発の支援を約束させた。USABCは電気自動車用電池系に関する数々のパラメータ、即ち目標を特定した。

極めて基本的な要件は電池系が再充電可能なことである。その他に、最も重要なパラメータの一つは電池系のエネルギー密度に関する（ここで用いるエネルギー密度は、単位質量当たり利用可能な全エネルギーである）。電池は本質的に、化石燃料のような他のエネルギー源より遥かに低いエネルギー密度しか持っていないので、電池産業の研究開発の大部分は、電気化学的処理において軽化学製品を含む新化学薬品の実験によりエネルギー密度を最大化することに関連するものである。

こうして、鉛-酸に基づく電池はニッケル-カドミウム (NiCd) 電池に置き換わり、多くの家電製品に用途を見出した。宇宙船では、ニッケル-水素 (NiH<sub>2</sub>) 電池が用いられて来た。残念ながら、NiH<sub>2</sub> 電池の中の電気化学的反応における気体状の性質のためにこの電池の収容には圧力容器の使用が必要となる。さらに、地球大気中のように、酸素が存在すると、NiH<sub>2</sub> 電池は水素の可燃性に関連する数多くの安全問題を抱える。

他の化学薬品に基づく多くの改良電池系が現在開発中である。例えば、いくつかの家電製品がエネルギー密度を大きくするいつそうの試みとして、現在ニッケル-水素化金属 (NiMH) を備えて供給されている。加えて、リチウム・イオン (Li<sup>+</sup>) 電池が現在開発中である。これらそれぞれの型の電池には、鉛またはカドミウムを用いる古い電池に比べてエネルギー密度が向上すると共にその成分が無毒であるという利点がある。

電気化学的電池にどんな化学薬品が採用されようと、エネルギー密度に関しては理論的限界がある。即ち、各分子は電子を1個だけ引き渡し、その電子の電位は、生じたイオンの性質によって制限される。このように、分子中に可能な最低の原子量を用いても、分子当たり1個の電子しか生じない。これは理論的に電気化学的電池のエネルギー密度に上限を設ける。リチウム・イオン電池は、リチウムの原子量が小さいこととリチウム・イオンの電位が高いことから、前述のどの化学薬品よりも高い理論的エネルギー密度を持っている。

現在、電気自動車用電池の有力候補の一つはニッケル-水素化 (NiMH) 電池である。NiMH 電池の現在の目標はほぼ 80 ワット時/キログラムのエネルギー密度である。比較すると、ガソリンは 3,000 ワット時/キログラムの大きさの程度のエネルギー密度を持っている。言い換えると、一キログラムのガソリンは工夫された一キログラムの NiMH 電池の三十倍のエネルギーを発生することが出来る。

電池のエネルギー密度が比較的低いために、電池は極めて大きい質量を持たねばならぬ。こうして、電気自動車用電池系はその体積と質量が極めて大きく

なり、多分標準乗用車のエンジンルームとトランク区画の大部分を占有することになる。容易に分かるように、電池は大きい体積と質量を有するだけでなく車両

内で一つか二つの特定の区域に集中される。このような設計は、自動車衝突に際し一点に集中した大型の電池が車両のトランクを突き抜けてその車両の客席にいる乗客と搭載物に衝突することがあり、危険である。

一般的に、電気化学的電池は、電池または車両、または電池に結合された装置の作動または機能に全く影響しない外殻または容器内に置かれる。容器は積層金属板電極または隣接電極の伊達巻状構成で満たされる。電気自動車用には電池系が極めて大きくなるので、この容器の質量が重要になる。宇宙船、家電および電動工具のような、比較的小電力の用途であっても、容器自体はスペースの無駄であり、余計な質量と費用であると見なされ得る。ある宇宙船では、電池容器の追放が電池質量の10から50%の顕著な減量をもたらし得る。

#### 発明の開示

したがって、本発明の目的は、電池を含む車両または装置の全体のエネルギー密度を最大にする方法の提供にあり、これはよりよい化学薬品と電気化学的反応に関する探求に対し、車の両輪をなすものである。

本発明の目的はまた、電池の質量と体積が電力を必要とする車両または装置の周りに分散される電池設計の提供にある。

本発明のさらに別の目的は、電池の構成要素が、車両または装置に関連する電力発生以外の有用な機能を果たす電池設計の提供にある。

本発明のさらにまだ別の目的は、電池の構成要素が、車両または装置の構造的構成要素として役立つ電池設計の提供にある。

本発明の追加の目的、利点および新規な特徴は後の記述で一部を説明するが、一部は当業者には明細書の下記の説明の検討により明らかになるかまたは本発明の常用により習得出来る。本発明の目的と利点とは、添付の請求項で詳しく指摘する手段、その組合せ、および方法の助けを借りて実現され達成される筈である。

前述のおよびその他の目的の達成のためおよび本発明の目的にしたがっ



て、具体化されそこに広範に説明するように、第一端子と第二端子とを有する電気回路に電力を供給するための電池は、第一化学薬品を含む伸張陽極を含み、そ

の陽極は回路の第一端子に接続出来る。また、伸張陰極が陽極に対し隣り合って間隔をあけた関係で置かれており、その陰極は第二化学薬品を含み回路の第二電極に接続出来る。セパレータが陽極と陰極の間に置かれており、陽極と陰極との間に絶縁を備えるが、陽極と陰極との間のイオンの移動を含む電気化学的反応が起こるのは許し、イオンの移動は電池の陰極から回路を通して電池の陽極まで達する電流が流れるのを許す。陽極、セパレータ、および陰極が伸張電極積層を形成し、複数の伸張電極積層が共にハニカム構造に接続される。

本発明はまた電池の組立方法にも関する。その方法には、第一化学薬品を含む伸張陽極を作る段階と、第二化学薬品を含む伸張陰極を作る段階と、多孔質の伸張セパレータを作る段階と、陽極と陰極とをセパレータの向き合う両側に接合して伸張電極積層を作る段階と、複数の伸張電極積層をハニカム構造に組み立てる段階と、セパレータに電解質を含浸させる段階とが含まれる。

本発明の別の実施例は、第一端子と第二端子とを有する電気回路に電力を供給するための電池に関し、第一化学薬品を有しまたその中に限定された多数の空隙を有する陽極を含み、この陽極は回路の第一端子に接続出来る。また、陰極は陽極に対し隣り合って間隔をあけた関係で配置され、この陰極はその中に限定された多数の空隙を有して第二化学薬品を含んでおり、この陰極は回路の第一端子に接続出来る。陽極と陰極との間にセパレータが配置されて、陽極と陰極との間に電氣的絶縁体を備え、陽極と陰極との間のイオンの移動を含む電気化学的反応が起こるのは許し、イオンの移動は電池の陰極から回路を通して電池の陽極まで達する電流が流れるのを許す。陽極、セパレータ、および陰極が伸張電極積層を形成し、複数の伸張電極積層が一共にハニカム構造に接続される。セパレータもまたその中に限定された多数の空隙を有する。陽極と、セパレータと、陰極とは、その中に限定された多数の空隙を有し、頑丈だが軽量の構造物を形成する。

。図面の簡単な説明

明細書に組み込まれその一部を形成する添付図面は、本発明の好適実施例を図示し、その記述とともに本発明の原理の説明の役を果たす。

第1図は、本発明の電極積層の投影図で、電極積層の各種の層を引き剥いた姿勢で示す。

第2図は、第1図の2-2の線に沿った断面図である。

第3図は、第1図の複数の電極積層の断面図で、複数の電極積層が超積層に配列してある。

第4図は、第3図の超積層の、超積層をハニカム型に引き伸ばした後の、断面図である。

第5図は、本発明にしたがって構築した電池パネルの分解透視図である。

第6図は、第5図に示す電池パネルからの上部面板の側面図である。

第7図は、第5図に示したような組立済み電池パネルの透視図である。

第8図は、複数の第7図の電池パネルを含む乗用車の透視図である。

第9図は、第2図と同様の断面図で、電極積層の第二実施例を示し、積層は二極電極配置を有する。

第10図は、第2図と同様の断面図で、電極積層の第三実施例を示し、積層は電気化学的実施例代替案を有する。

第11図は、第2図と同様の断面図で、電極積層の第四実施例を示し、積層は別の電気化学的実施例代替案を有する。

第12図は、第5図と第7図の電池パネルの実施例代替案の断面図である。

第13図は、第12図の円で囲んだ領域の拡大図で、泡構造を示す。

本発明を実施するための最良の態様

本発明は1個以上の電池セルから構成される電池パネルを含む電池システムに関する。セルは互いに直列または並列に接続され、必要な電圧水準または電流水準を備えている。各セルはハニカム構造に成形した複数の伸張電極積層を含む。

本発明の伸張電極積層20を第1図と第2図に示す。電極積層20は多層で伸張正電極22、即ち陰極と、伸張セパレータ23と、伸張負電極、即ち陽極24とを

含む。本文書を通じて、陰極と陽極とに関する慣例は、電子産業界の慣例ではなく電池産業界の慣例を用いる。したがって、電池放電の間は、正の電流が陰極22から外部接続回路を通過して陽極24まで流れる。これは陰極22は、電池を内部的に見ると負の端子と見られるが、外部的には電流が電池の陰極から出るので、正の端子と見られるからである。

陰極22は三層を含むのが好適である。ガラス繊維、テフロンまたはその他の絶縁材料が陰極の基盤層26に用いられる。基盤層26に隣接してニッケル(Ni)から構成される陰極集電層28が取り付けられている。集電層28に水酸化ニッケル( $\text{Ni}(\text{OH})_2$ )から構成される陰極化学薬品層30が取り付けられている。

同様に、陽極24はガラス繊維、テフロンまたはその他の絶縁材料で構成される陽極基盤層32から始まる三層で作成される。陽極基盤層32に隣接してニッケル(Ni)から構成される陽極集電層34が取り付けられている。陽極集電層34に水素化金属(MH)から構成される陽極化学薬品層36が取り付けられている。水素化金属には水素を吸収し貯蔵出来るという重要な特性を持つ各種金属が含まれる。電気化学的用途の水素化金属間合金は比較的容易に水素を吸脱着出来るので、可逆電極の作用をする。水素化金属間合金は元素周期表のIIIB-VIIB族とVIII族からの金属を化合させて作られる。水素化金属は $\text{AB}_x$ と分類され、AはIIIB-VIIB族からの任意の金属、BはVIII族からの金属で、相対モル比がxである。最近のMH電極は $\text{AB}_5$ と $\text{AB}_2$ の金属の組合せに集中している。 $\text{La}_{0.8}\text{Nd}_{0.2}\text{Ni}_{2.5}\text{Co}_{2.4}\text{Si}_{0.1}$ は水素化 $\text{AB}_5$ の例である。 $\text{V}_{15}\text{Ti}_{15}\text{Zr}_{21}\text{Ni}_{31}\text{Cr}_6\text{Co}_6\text{Fe}_6$ は水素化 $\text{AB}_2$ の例である。

陰極22と陽極24とは伸張セパレータ23の向き合う両側に接合されている。セパレータ23は、陰極22を陽極24から電氣的に絶縁する一方で、それらの間に電解液(示さず)、即ち重量比26%の水酸化カリウム(KOH)水溶液から構成されるアルカリ媒質、を經由してイオンの通路を形成するという性質を有する。また、セパレータ23は、通常多孔質吸収性にして、電解液を保持する必要がある。この場合、セパレータは単に電極の間隔をあけて電解液を毛管作用を通じて保持するようにする。さらに、セパレータ23は過充電状態の間の余剰酸素に反応しないよう酸化に耐えねばならない。好適には、セパレータ23はナイロン布またはポリ

プロピレン布から構成される。代わりに、石綿またはジルカル (zircar) のような無機繊維の織物またはスクリーン印刷布もしくはフェルトでもよい。セパレータ23は、陰極22と陽極24との間の直接接触を防止して電池セル46の短絡を防ぐ。セパレータ23はさらに陰極22と陽極24との間に均等な間隔を保ち電解液を封じ込める。イオンは充放電の間、陰極22と陽極24の間の移動が許される。

布状伸張セパレータ23の上の間隔をあけた位置に、小面積の固体隔離物質39があり、これが陰極22と陽極24とをセパレータ23に接合するのに役立ち、また大面積の固体隔離物質41があつて、これもまた陰極22と陽極24をセパレータ23に接合するのに役立ち、複数の電極積層20を後述のようにハニカム構造に変えたときの支持物となり強度を保つ。勿論、固体部分39と41の大きさと数は最低に保つのが望ましい、これらは電極積層20、ひいては全電池系のエネルギー貯蔵容量を減らすからである。さらに、大面積の固体物質41はセパレータ23を通じて連続ではなく、代わりに、間隙47が境界をなしており、ここを通過して電解液が通過出来る。固体物質39の小領域で作る接合が、陰極陽極間の距離を大きくなり過ぎないように保持し、積層の取り扱いが出来るようにする。固体物質41の大きな領域が電極間の接合を与え、これがハニカム構造44への引き伸ばし過程の間における分離力を受けたときの超積層を強化する。すべての場合に、固体領域39と41はセパレータ23の中に隔離された領域を作らないように設計される。それにより、水酸化カリウム電解液にはセパレータ23の各領域に出入りする通路が設けられる。

第2図の断面図に見られるように、陰極22と陽極24の化学薬品と導体は垂直方向に互いに少しずらしてあるのがわかる。これにより陰極22と陽極24への外部電気接続がそれぞれ積層20の頭部と底部を経由して出来るようになる。この技術は陰極22と陽極24の間の電氣的短絡の可能性を軽減する。

複数の積層20が、第3図に示すように、接着剤43により一つに接着されて超積層42になる。接着剤43は電解液からの侵食に耐えねばならない。さらに詳しく後述するように、この超積層42は、第4図に示すように、ハニカム構造44に引き伸ばされる。ハニカム構造44の中で隣接する電極積層20の間に限定された空隙45は一般的には空であるが部分的に電解液を充填してもよい。

所要長さの電極積層20の必要数を一つにまとめて前述の四角形、箱形または電池セル46のハニカム構造に成形出来る。電池セル46の長さは伸張電極積層20の長さと接着接合43の数と幅から決まる。セル46の幅は電極積層20の厚さと数から決まる。セル46の高さは電極積層20の高さから決まる。この高さは用途に応じて変化し同一用途内では同一である。自動車用には、高さは2インチ以下の範囲で又は12インチ以下またはそれより大きく出来る。ノートブック・パソコンのような家電用には、1/4インチ以下の範囲内になるだろう。

第5図に示すように、複数のセル46を電池パネル48に収容出来る。それぞれのセル46は、セル46をそれぞれ互いに隔離するように、電氣的絶縁材料で構成された挿入枠または層52を境界とする対応の切り込み50の中に、嵌合することができる。好適には、絶縁材料は射出成形して機械加工したナイロンまたはポリプロピレンである。挿入層52には、その両側に上部面板54と下部面板56が取付けられている。各面板54と56の内面上に4個の角型導電板58があり、4個のセル46に対応してその隣に配置される。電極積層20の中の陰極22と陽極24の間の前述の垂直なずれのため、上部面板54の導電板58は各電極積層20の陰極22と電氣的接触をなし、一方下部面板56の導電板58は各電極積層20の陽極24と電氣的接触をなす。

各導電板58から上部と下部の面板54と56を通る電氣的フィードスルーのための経路は、第6図に示すように、各導電板58に取り付けたピン60で与えられる。上部面板54の上には活性化ポート62が面板を通して与えられている。活性化ポート62を用いて各セル46から電解液の追加と除去が出来る。

組み立て終わったら、複数の電池パネル48（第7図）を、第8図の乗用車64の屋根63の上に示したように、自動車の車体面として用いることができる。勿論、追加パネル48は、車両64の、扉、フェンダー、フード、車体下廻りおよびエンジンルーム内とその他の区画に用いることができる。

#### 組立工程

電極積層20は次のように組み立てられる。陰極基盤層26を作るガラス繊維またはテフロンの薄膜上に、ニッケル金属プラズマをスパッタリングでまたは電気化学的に析出させる。このスパッタリングまたは析出が、ニッケルの陰極集

電層28を生成する。この層28の基盤層26の反対側の面は化学的浸透または電気化学的浸透により水酸化ニッケルでコーティングされている。化学的浸透には次の四段階が含まれる。

- 1) 硝酸ニッケル溶液に浸す
- 2) 水酸化ナトリウム溶液に浸して $\text{Ni(OH)}_2$ を沈殿させる
- 3) 水洗
- 4) 乾燥

これらの四段階は $\text{Ni(OH)}_2$ の必要量が得られるまで繰り返してよい。硝酸ニッケルに、コバルトをニッケル含有量の4%から11%にして、硝酸コバルトを加えてもよい。これはこの電池電極が充放電サイクルを受けたときの安定性を改善する。

電気化学的浸透技術においてニッケル層28は、外部電圧源（示さず）を用いて層28を電氣的に分極しながら、硝酸ニッケル溶液に曝される。水の電気分解が、水素イオンの消費に関係する硝酸塩イオン減少の結果として、ニッケル層28の近くの溶液のpH値を増やす。水酸化ニッケルはこうして沈殿する。このような電気化学的浸透過程の一つについてのパラメータは次の通りである。

硝酸ニッケル濃度	1.1 - 1.7	モル
硝酸コバルト濃度	0.16 - 0.18	モル
エタノール濃度	容量比 46 %	
pH	2.5 - 3.0	
溶液温度	61°C - 72°C	

浸透時間は必要な水酸化ニッケルの厚さに左右される。必要な厚さにはエネルギー貯蔵と電導能力との兼ね合いが含まれる。一般的に、ニッケル集電層28は水酸化ニッケル化学薬品層30より薄い。水酸化ニッケルの分子量に基づくと、必要な容量のアンペア時当たり最低3.46グラムの水酸化ニッケルを用意せねばならない。化学薬品層30と基盤層26との間のニッケルの集電層28は、下にある基盤層26の材料を構造的に強化する付加機能を果たす。陰極22は全体で2000分の1インチの桁の厚さである。

理論では、セパレータ23は無限小の厚さでなければならない。電解液の量は間隔が狭くなると少なくなって、電極積層20の質量が小さくなる。7から15ミルの間の陰極－陽極間隔が、陰極に水酸化ニッケルを用いる宇宙品質の電池に一般的に用いられる。この最小距離は、正電極の膨張を許し正電極の電解質吸収が出来るようにするため必要である。これらの要件はいずれも本発明の薄膜陰極22では重要でないので、4ミルのセパレータが採用された。

陽極24は陰極22と同様で、陽極基盤層32は、ガラス繊維またはテフロン  
の薄膜から構成され、その表面にニッケル金属プラズマを溶融スパッタするか、またはニッケルを電気化学的にあるいは蒸着により析出してニッケルの陽極集電層34が作られる。化学薬品層36は水素化金属の金属結晶を析出して形成される。水素化金属の析出のための好適な方法は、前に述べた  $AB_2$  または  $AB_5$  水素化物の必要な合金成分を有するターゲット金属（プラズマ源）を用いたプラズマースパッタである。効率の低い水素化物の中には、必要なアンペア時当たり3.46グラムと同量の析出化学薬品を必要とするものがある。好適には、アンペア時容量当たり1.5グラムの範囲の水素化金属が必要な（重量比2.5 %の水素貯蔵）効率を持つ、もっと効率の良い水素化金属が用いられる。このような効率は報告によれば、効率の良い  $AB_5$  水素化金属材料を用いてOvonics Battery Corporation が達成した。

電極積層20の三成分、即ち陰極22と陽極24とセパレータ23とは、三つの伸張成分を並べ陰極22と陽極23とをセパレータ23の反対面にスポット溶接して一つに接合する。一對の向き合ったプローブ（示さず）をサンドイッチ配列にして、セパレータ23を作る材料の融点の丁度下まで組立物を加熱する。向き合ったプローブにより、溶融点に近い状態のセパレータ23に沿って加えられる圧縮力が、セパレータ23の両側への陰極22と陽極24のスポット溶接を可能にする。スポット溶接は、セパレータ23の中の固体部分39と41を設けた領域に形成される。このとき、伸張電極積層20が出来上がる。代わりに、陰極か陽極のいずれかを支持基盤層なしで作ることも出来、そうすると比較的薄い電極が毛管作用によりセパレータに対して保持される。

複数のこのような電極積層を、第3図に示すように、隣り合う積層20の間に接着剤43の領域を持たせて互いの上に並べて積み上げる。これで分るように、接着剤43の位置は、並べたそれぞれの積層20のセパレータ23の中の固体物質41の大領域の位置に対応して隣り合っている。好適には、隣接電極積層20の第一対は接着剤43をセパレータ23の中の一つおきの固体物質41に取付ける。この第一対の電極積層20のそれぞれはまた、別の電極積層、即ち反対側に隣り合う電極積層とも隣り合う。電極積層の第一対それぞれの間の接着位置は、第3図に示すように、電極積層の第一対の一つとその反対側に隣り合う電極積層との間の接着位置から

ずらす。接着剤43はセパレータ23の中の固体物質41の大領域と隣り合わせて配置され、容易に理解されるように、次に形成されるハニカム構造を強化する。

多層電極積層、または超積層42は次に、超積層42の頭部と底部の電極積層を反対方向に引くことによって、引き離される。頭部と底部の電極積層は、頭部と底部の電極積層の各接着位置の間で等距離の点に相当する位置から引っ張られる。この方法で超積層42からハニカム構造44が形成される。この例として、第3図の超積層の一部が第4図に示すハニカム構造に引き伸ばされることが分かる。第4図から、接着剤43の位置はセパレータ23の中の固体物質41と揃っていてさらに強化されており、ハニカム構造への引き伸ばしにより超積層42に加わった張力が、陰極22と陽極24との間の間隔に不平衡を起こしていないのがわかる。

超積層42の中の層即ち電極積層20の数と接着位置43の間隔とは、引き伸ばしたハニカム構造44が二つの基準に適合するように詠えられる。第一に、引き伸ばしの寸法と方向が必要なものに一致していること。第二に、ハニカム構造44の中心部の間隔が、ハニカム構造44の構造特性（構造の弾性係数と降伏点から決まる）と連帯して、電池セル46を形成するハニカム構造44に必要な構造的強度と剛性を与えること。上述のように、電池セル46の一つの寸法は、電極積層20の数と厚さおよび隣接接着位置43の間の間隔の幅によって定まる。電池セル46の二番目の寸法は、伸張電極積層20の長さと、隣接接着位置43の幅とその間の間隔とによって定まる。電池セル46の三番目の寸法は、電極積層20の高さによって定まる



。ハニカム構造44の密度、逆に言うとその中の空隙45の体積は、電池パネル48に必要な強度と剛性と、その全重量との兼ね合いである。

次に、電池セル46四個を一つにまとめて電池パネル48を組み立てる。電気絶縁エポキシ（示さず）を、先ず挿入層52の内面全体に塗る。次いで四個の電池セル46は挿入層52の切り込み50の中に滑るように受け入れられる。導電エポキシ（示さず）を面板54と56の導電板58に塗る。電気絶縁エポキシ（示さず）を面板54と56のその他の領域に塗る。次いで上部と下部の面板54と56を挿入層52と電池セル46にエポキシで接着する。導電エポキシが、上部と下部の面板54と56の導電板58を電池セル46に接合する一方で、電気絶縁エポキシが、上部と下部の面板54と56を挿入層52に接合する。エポキシの接着の間、電池パネル48はまとめて圧

し付けられなければならない。これは、電池パネル48全体を同心の袋（示さず）に收容し、袋の間の圧力を上げて、内袋が上部と下部の面板54と56を挿入層52と電池セル46に押し付けるようにすれば行える。

ここまでは、セパレータ23は何の電解液も含まない。電池パネル48の組立の後、上部面板54の流体注入口62を通して電解液を加える。電池パネル48内の各電池セル46はこのとき水酸化カリウム電解液を充填され含浸を許される。次いで、溶液の大部分は、電解液に含浸されたセパレータ23を離れて、真空下で注入口62から引き出される。電池パネル48のセル46は、電池パネル48内で数回充放電して軟化される。次いで、電池セル46のそれぞれは窒素ガスで満たされ注入口62が閉じられる。

電池パネルをエポキシで共に接着するのに加えて、上部と下部の面板54と56および挿入層52を貫通して孔をあけ（示さず）電池パネルを一緒にボルト締めすることも可能である。さらに、このような孔をあけると電池パネル48を周りの車両または装置に構造的に接続出来る。代わりに、電池を周りの装置または車両に糊付け出来る。挿入層52は電池セル46のそれぞれを互いに絶縁するのに役立つ。したがって、電池セル46の一つが不具合のとき、他の電池セル46に悪影響をおよぼすのを防止出来る。さらに、挿入層52は荷重を電池パネル全体に分散させるのに役立つ。一例として、挿入層52は電池パネルへの構造的付着物からの点荷

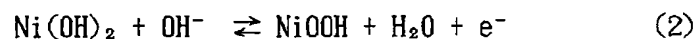
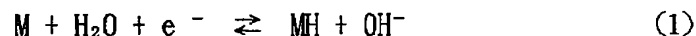
重を挿入層52に沿う領域に分散出来る。

組み立て終わると、複数の電池パネルを電気的および構造的に結合して車両または装置の電源とその構造的構成要素の双方を形成出来る。この改良電池の構成と構造は平行板の大表面領域を提供し、設計に容量的利点を与える。

#### 電気化学的反応

各電極積層20の中の電気化学的反応は、ニッケル-水素化金属電池のそれである。この電気化学的反応は、1993年4月9日付のScience Magazine 260巻、176頁以降の“A Nickel Metal Hydride Battery For Electrical Vehicles”（電気自動車用ニッケル水素化金属電池）の題名の論文に詳細に開示されており、これを参照して、ここに組み込んだ。

NiMH電池は1.2Vの公称電圧を有する。これは水素を反応生成物として水素化物固体相内に貯蔵する点が、水素を高圧気体として貯蔵するニッケル-水素電池と異なる。陽極24（負電極）が水素貯蔵物資（水素化金属）を含んで、充電と放電の間それぞれの、水素の電気化学的貯蔵と放出とを可能にする。陰極22（正電極）の中の水素化ニッケル化学薬品層30は電気化学的にNi(OH)<sub>2</sub>と水酸化ニッケル(NiOOH)との間で、可逆である。電極22と24の双方において、酸化-還元反応が、重量比20%から30%のKOHを水中に含むアルカリ性媒体の中で起こる。充電の間、Ni(OH)<sub>2</sub>電極が酸化されMH電極が還元される。その結果、水が水素と水酸イオンに分離され、水素は負電極内の金属に吸収されてMHを形成する。正電極においては、水酸イオンがNi(OH)<sub>2</sub>電極と反応してNiOOHを形成する。この反応の結果、Niの酸化状態が+2から+3に変わる。電池セル46の充電と放電の際の半電池反応は次式のように書ける



反応(1)と(2)の必然的な結果として、充放電サイクル全体で電解液の量即ち濃度の正味変化はない。この結果は、放電の間に両極に水が生成され

るNiCdのような、他のアルカリ性電解質系と異なる。過渡電解質濃度勾配がNiMH電池に起こり得るが、その一定の平均濃度は、気体再結合、気体運動論、高低温作動、および腐食と膨張によって生じるサイクル寿命限界への抵抗性における良き全体特性との重要な結果を有している。

#### 電氣的側面

NiMH電池は1.2 - 1.3ボルトの公称電圧を発生する。電池系の全電圧は電池セル46を互いに直列に接続してこの電圧の倍数で得られる。例えば、このような電池セル46十個を直列にすると12から13ボルトの電池電圧が得られる。電気化学反応の電圧は雰囲気温度の影響を受ける。電圧への影響は多重幕でケルビン

温度の関数である。したがって、一般的な雰囲気温度の変動全体にわたって、電圧は急激には変動しない。さらに、温度が過度に高くなると、反応からの増加電圧から得られる増加利益が、電池構成要素の過剰な化学的腐食の問題により帳消しになる。

全電池容量即ちエネルギー密度は陰極22と陽極24との中の化学薬品の量に左右される。言い換えると、それぞれが電子を放出するのにどれだけの化学薬品分子が必要であるかによる。

冗長度を設ける目的と、他の電池に並列に接続した電池セル46の不具合がこれらの電池セルに悪影響をおよぼすのを防ぐため、ダイオード、回路遮断器およびリレーを用いて、一つの回路の短絡が隣の並列回路に悪影響を及ぼすのを制御し防止出来る。

電池系が発生させる電流は電池系内の化学薬品の全表面積即ち量により決まる。したがって、与えられた電池セル寸法について、その電池系が生じる電流は、追加の電池セルを互いに並列にして増加させることが出来る。電流はまた陽極24と陰極22の間隔の関数でもある。与えられた電池セル内の電流は電解質からのイオンの電極面における利用可能性に支配される。これは翻って、イオンがセパレータを横切り電解質を通して流動しなければならぬ距離に支配される。この設計により、間隔が小さいほど、前に引用したように物質膨張の影響が小さくなるので、大きい充放電電流が達成出来る。

容認出来る充放電電流水準はまた、発生する熱にも支配される。正味放電反応はやや発熱性である。化学薬品の層が極めて薄く、またハニカム構造が大きい空隙体積を含むので、単位体積当たりに発生する熱は実質的に小型スタンドアローン電池設計の場合のそれより少ない。これによっても、この設計は大きい電流を達成出来る。

#### 代替電気化学的实施例

NiMH 電池の代替として、いくつかの他の電気化学的实施例またはプロセスを使うことが可能である。ニッケル-水素(NiH<sub>2</sub>)電気化学的实施例のための電極積層80を第10図に示す。陰極82は、陰極82の基盤層84のために用いるガラス繊維、

テフロンまたはその他の絶縁材料から出発して、三層を含むのが好適である。基盤層84に隣接して、ニッケル(Ni)から構成される陰極集電層86が取付けられている。陰極集電層86に水酸化ニッケル(Ni(OH)<sub>2</sub>)から構成される陰極化学薬品層88が取付けられている。

同様に、陽極90はガラス繊維、テフロンまたはその他の絶縁材料で構成される陽極基盤層92から始まる三層で製作される。陽極基盤層92に隣接してニッケル(Ni)から構成される陽極集電層94が取付けられている。陽極集電層94にはプラチナ(Pt)から構成される陽極触媒層96が取付けられている。

陰極82と陽極90とは側面をわけるため伸張セパレータ98の向かい合う側に接合されている。セパレータ98は、陰極82を陽極90から電氣的に絶縁する一方で、セパレータ98に含浸された電解液(示さず)を經由してそれらの間にイオンの通路が出来る性質を有している。好適には、セパレータ98はナイロン布またはジルカル(zircar)布から構成される。電解液は水中に重量比ほぼ30%の水酸化カリウム(KOH)を含むアルカリ性媒体である。すべての層は気体透過性であるか、または孔を含み水素と酸素とがセル全体を循環出来るようになっている。この実施例においては、電池パネルの面板は過充電の場合の酸素と水素の再結合のため触媒サイトを含まねばならない。新たに再形成された水が電極間のセパレータに戻ることが出来るように、灯心物質を設けなければならない。そうでないとセパレータが乾燥することがある。

陰極側半反応  $\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni(OH)}_2 + (\text{OH})^-$

陽極側半反応  $\frac{1}{2} \text{H}_2 + (\text{OH})^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{e}^-$

正味反応  $\frac{1}{2} \text{H}_2 + \text{NiOOH} \rightleftharpoons \text{Ni(OH)}_2$

充電中に陽極90で発生した水素気体はセパレータ98を通して運ばれハニカム構造の空間に入る。ハニカム構造を占有する空間の大容量により電池は低圧で作動出来る。この構造により、100psiの最大圧力で作動し且つ大型組立物を作るための構造板として役立つ電池が作られる。一般的な宇宙船用途においては、ニッケル-水素電池は2,000psiの高さの最大圧力で作動する。超積層、電池セル、

面板、電気接続、活性化ポート、および電池パネルの作成は、前述のNiMH実施例と同様である。

構造物として役立つ電池構成要素に加えて、囲いの面板と挿入層は、充電中に発生する水素のための自然容器となる。これは別の単独圧力容器の必要をなくし、それによりこの型の電池電気化学を利用する装置の全重量を軽減する。

別の電気化学的実施例、リチウム・イオン実施例の電極積層100を第11図に示す。陰極102は、陰極102の基盤層104のために用いるガラス繊維、テフロンまたはその他の絶縁材料から出発して、三層を含むのが好適である。基盤層104に隣接して、ニッケル(Ni)またはアルミニウム(Al)から構成される陰極集電層106が取り付けられている。陰極集電層106に、二酸化マンガンのような、リチウム・イオンを受け取って貯蔵出来る物質から構成される陰極化学薬品層88が取り付けられている。

同様に、陽極110はガラス繊維、テフロンまたはその他の絶縁材料で構成される陽極基盤層112から始まる三層から製作される。陽極基盤層112に隣接してニッケル(Ni)またはアルミニウム(Al)から構成される陽極集電層114が取り付けられている。陽極集電層114には、リチウム金属(Li)のようなリチウム・イオン源から構成される陽極化学薬品層116が取り付けられている。陰極102と陽極110

とは伸張セパレータ118の向かい合う両側に接合されている。セパレータ118は、陰極102を陽極110から電氣的に絶縁する一方でそれらの間にイオンの通路が出来る性質を有している。好適には、セパレータ118は、通常室温で熔融するリチウム塩を安定化する重合物質から構成される。

充放電の間、リチウム・イオンはリチウム金属から発生しセパレータを横切って二酸化マンガンに移るかまたはセパレータを通してリチウム金属に戻るかのいずれかである。超積層、電池セル、面板、電気接続、および電池パネルの作成は、前述のNiMH実施例と同様である。活性化ポートは不必要である。基盤、集電子、セパレータおよび化学薬品はすべて前述の実施例におけると同様の方法でハニカム構造中心部の複合構造要素として役立つ。

上記の代替実施例から、当業者の何人にも、NiCd電池または鉛-酸電池のような電池に関してほとんどすべての既知のまたは未発見の電気化学的反応を

用いて、本発明が実行出来ることは明かであろう。電極とセパレータは伸張された方法で構成され、ハニカム構造に形成する必要がある、その形でそれらは構造的要素としてと同時に電池構成要素として役立ち、それにより電力を必要とする車両または装置全体に電池の大容量を分散出来るようになり、それにより電池の要素が別の有用な機能を車両または装置のためにエネルギー貯蔵に加えて実現する。

#### 代替構造的実施例

NiMH用の電極積層130の代替構造的実施例を第9図に示す。電極積層130は第2図に関連して上述したNiMH電池に関する第一実施例と同様である。本実施例においては、しかし、陽極132が両面になっており、集電層134を基盤層136の両側に有し化学薬品層138を集電層134の外側に有している。上述の22と23と同一の陰極140とセパレータ142が陽極132の両側に接合されている。電極積層130はしたがって二極に形成されている。この二極配置は、上述のような電池に関する任意の電解化学的実施例とともに使用出来る。

第6図と第7図の電池パネル48への構造的代替実施例を、第12図と第13図に電池パネル150で示す。本実施例においては、電極積層のハニカム構造がな

い。代わりに、本実施例の電池パネル150 には、複数のフォーム（泡）で構成された電池セル152 が含まれている。第12図は、上部と下部の面板154 と156 の間にこのようなセル152 を三個と一対の端部閉鎖板158 とを含む、電池パネル 150 を示す。三個のセル152 のそれぞれは、ポリスチレンのような電氣的絶縁性フォームのセル境界層160 により、互いに隔離されている。各セル152 の中には、中心に陽極162 と、その両側にセパレータ164 と、二つのセパレータ164 のそれぞれの反対側に陰極166 とを有する二極配置がある。第13図の拡大図に見られるように、陰極166 は、水酸化ニッケルを含浸させた高度に多孔質の面を有するニッケル・フォームを含む。同様の方法で、陽極162 の表面領域はニッケル-金属-水酸化物で覆われている。陽極162 と陰極166 のニッケル・フォームは、第一実施例で行ったような集電層の作用をする。ピン180 の形の電氣的フィードスルーが、陽極162 と陰極166 からそれぞれ上部と下部の面板154 と156 を通って設けである。活性化ポート182 が下部面板156 を通して設けてあり、セパレータ164

に水酸化カリウム電解液（示さず）を含浸させる。この構造は第一実施例と同様の電気化学的反応を示し、またその中に限定された複数の空隙を備えていて質量を軽減し、衝撃からの機械的エネルギーを吸収する能力を備えていることが理解出来るよう。

フォーム状の金属とプラスチックはハニカム構造と同様の利点を達成する代替軽量パネル構成を代表する。フォームの中の大量の空間のために極めて軽量になる。フォームが面板の間で接合されると、保護されて荷重はフォームの中に分散される。ニッケル・フォームは一般的に内部接続が必ずしも必要でない空間即ち泡を含む（クローズド・セル・フォーム）。表面は、切断によって、粗く厚板中への短い距離に対して高度に多孔質な面である。この面に水酸化ニッケルを化学的または電気化学的な過程で含浸させる。同様に、陽極は水素化金属材料で被覆する。セパレータ材料は、硬いオープン・セル・フォームで、電氣的には絶縁性だが、水酸化カリウムのような電解質の吸収能力があり、二つの電極の間のイオンを移動可能にする。第四のフォーム材料が、隣接する電極の間で絶縁体となる。これは硬いフォーム・プラスチックでオープン・セルまたはクローズド

・セルのいずれかである。これは隣接セル152 の間のセル境界層160 である。電解質はセパレータ164 および電極162 と166 の面までに境界を限定される。電極162 と166 を構成するフォーム材料の空間の大部分は残留気体用を除いて空のままである。電極162 と166 を構成するフォーム材料の塊りは極めて低インピーダンスの集電子として役立つ。この実施例で、電池の要素は軽量構造材料を作るように構成される。この方法で、電池の質量と体積は電力を必要とする車両または装置の周りに分散され、車両または装置との関連で有用な機能を果たすことができる。

電極積層の並べ方の代替案の例から、当業者の何人にも、本発明がどのような電極積層順序にもほとんど適合出来ることが明かであろう。電極とセパレータはまだ伸張された方法で構成してハニカムコア材料に形成でき、その形で構造的要素としてだけではなく電池構成要素としても役立ち、それにより電力を必要とする車両または装置全体にわたって電池の質量と体積を分散でき、そのことにより電池の要素がエネルギー供給に加えて別の有用な機能を果たす。

当業者の何人にも、電極とセパレータ構成の幅広い変形は、ハニカムおよびフォーム構成の特定の実施例を超えて工夫され、それにより電池の要素（電極、セパレータ、集電子、または絶縁境界）が軽量部材として役立ち、それにより電力を必要とする車両または装置全体にわたって電池の質量と体積を分散でき、そのことにより電池の要素がエネルギー供給に加えて別の有用な機能を果たす、ことは明かであろう。

#### 例

第8図の車両、例えば1994年型シボレー・サバーバンは重量6,500 ポンドで、300 ポンドのガソリンを搭載し、250マイルの走行距離を有する。控えめに見積もって、同等の大きさの電気動力車両は時速60マイルの走行に35キロワットの電力を要する。少なくとも200 マイルをこの時速60マイルの速度で走行するには、したがって117 キロワット時を必要とする。20インチ×20インチ×2インチの電池パネル、例えば第一実施例に関して説明し、第6図と第7図に示した電池パネル48は、大凡0.4キロワット時のエネルギーを貯蔵し、重量は8kg (17.6 lbs)



である。このようなパネルの原価は、\$78.00の範囲であろう。サバーバンの120インチ×60インチの屋根面積を用いると、このようなパネル18個を採用出来る。さらに、車体下廻りと防火壁の後ろのシャーシがほぼ112個のこのようなパネルで置き換えられる。エンジン・ルーム内の容積がこのようなパネル1個の135 倍の余地を提供し、側壁と後扉がこのようなパネルを別に100個受け入れる。全部で、このようなパネル1個の365 倍の体積がサバーバンで採用出来ると見積もられ、したがって150 キロワット時近くのエネルギー貯蔵を備えられる。

116 キロワット時を提供するためのこのようなエネルギー外殻の重量は928 キログラム (2,046 ポンド) である。エネルギー外殻はエネルギー貯蔵以外の追加機能も提供するので、特に、事故の際に危険な集中一体型の1,500 ポンドの電池重量を必要とする現在の技術水準の電池に比べて、これは超過重量ではない。本発明は、事故の際に、潜在危険になるのではなく、乗客を保護する、理由は重量が車両全体に分布されており、自己支持で多数の空隙を有する（ハニカムまたはフォーム）構造が衝撃の際の機械的エネルギーを吸収するからである。加えて、本発

明を利用するこのような車両用電池の見積もり原価格は、\$23,000 の範囲で、最新技術のNiMH電池と同じであるが、車両本体と構造物を実用上追加費用なしで提供する。

#### 利点

本発明の分散電池系は、電気自動車だけでなく、宇宙船、多分エレクトロニクス、およびコードルス電動工具にも利用出来る。これらの用途のそれぞれに、改良型電池設計が、多分その装置用の外殻または容器の形成により、装置用の構造物を作るために利用出来る。衛星用途においては、機械的構造物と電池とが、無燃料、無人の衛星の二つの最高重量源を構成する。二つの機能性の結合は莫大な質量節約になる。この電池系は、他の電池系と異なり、装置または車両の構造と一体となっており、支持を分担しまた自由空間面積と体積を使って大量のエネルギーを最小の重量で貯蔵する。本発明の改良型電池設計により、50%までの電池重量の節約が可能であり、これがいっそう多くの燃料したがって、多分6ヶ月の追加におよぶ、いっそう永い軌道滞在時間に転換される。典型的な通信衛星

はリース料で月当たり2-4百万ドルを稼ぐので、余分の軌道滞在時間は1,000万ドル以上の収入を生む。

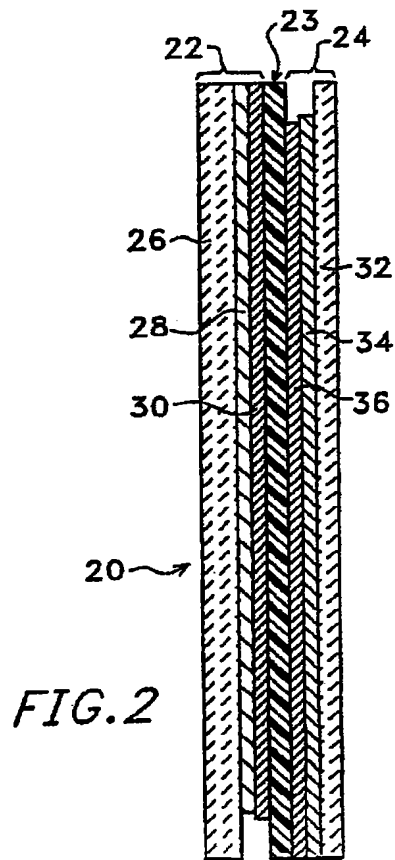
加えて、本発明の改良型電池設計は、電気自動車をいつそう実行可能にし化石燃料動力の自動車の代替になれるようにする。さらに、電気自動車用蓄電池に比べると本発明の電池系は、電池系の容量と表面積が大きいので短時間で再充電出来る。また、この設計に本来具わっている短い熱経路と分散された熱放散のため高速再充電が可能である。

最後に、ハニカム構造が本来持つ軽量だが構造的に強く頑丈な特性は、それにより電池自体を車両または装置の構造的構成要素として利用することができるので、本発明の電池系の重要な利点である。

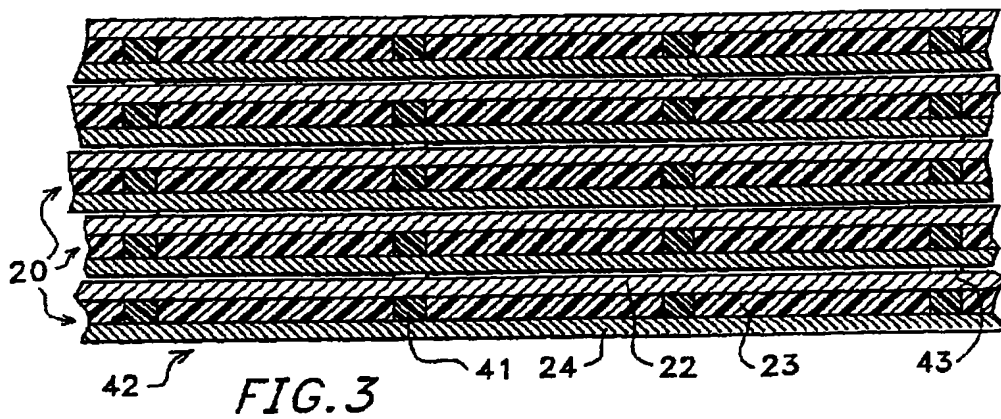
前述の事項は本発明の原理について例証的にのみ考察した。さらに、当業者には数多くの修正および変更が容易に出来るので、本発明を上記に示したそのままの構造と過程に限定するのは本意でない。したがって、全ての適切な修正および同等物はすべて、これに続く請求項で限定する通りの本発明の範囲内に入ることに依存しているのである。



【図2】



【図3】



【図4】

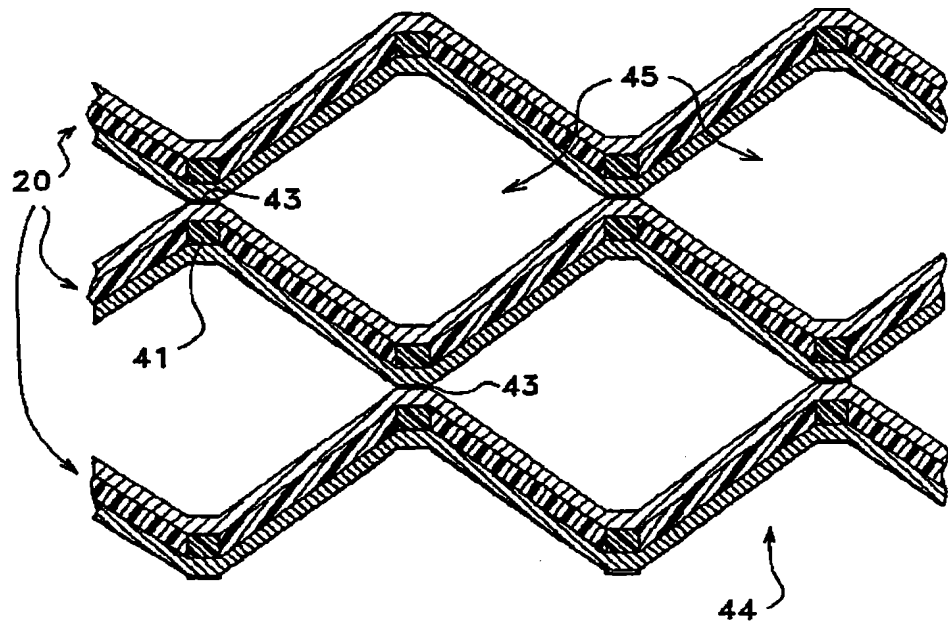


FIG. 4

【図5】

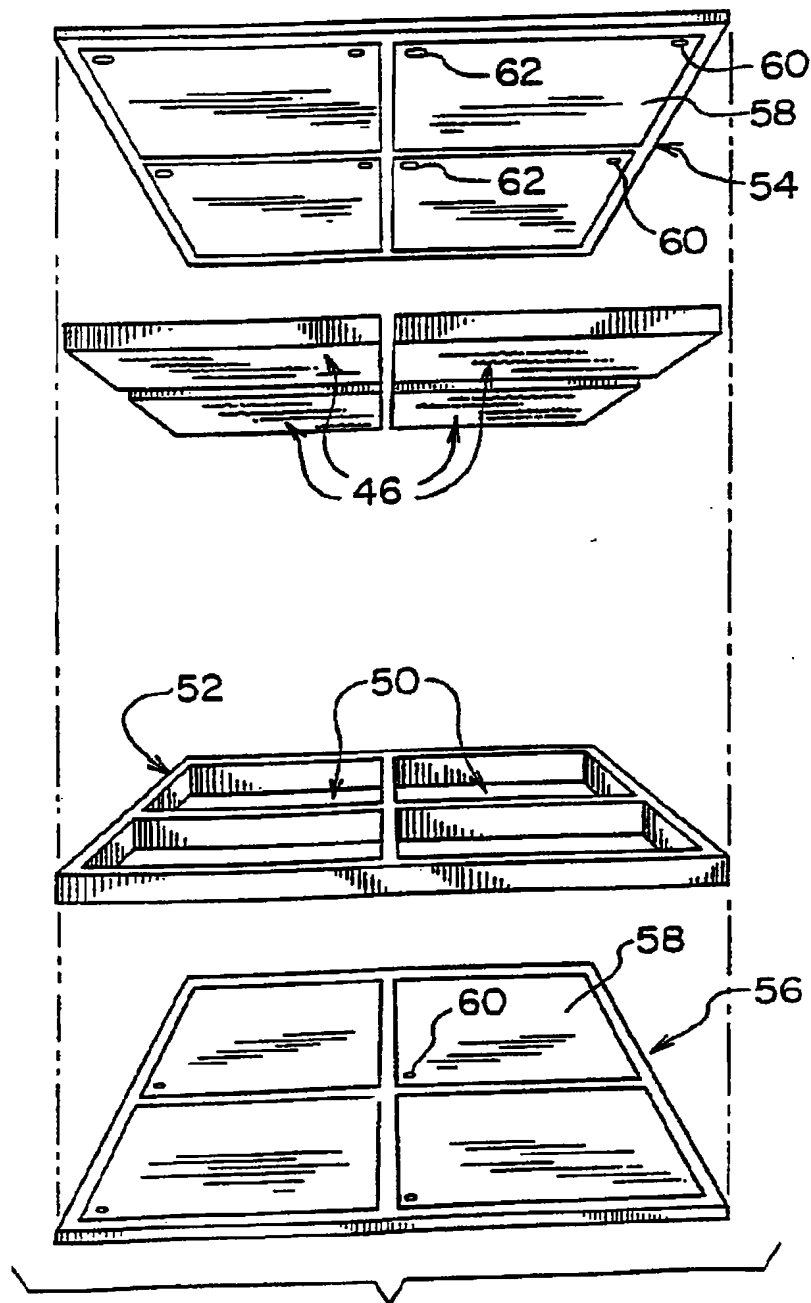
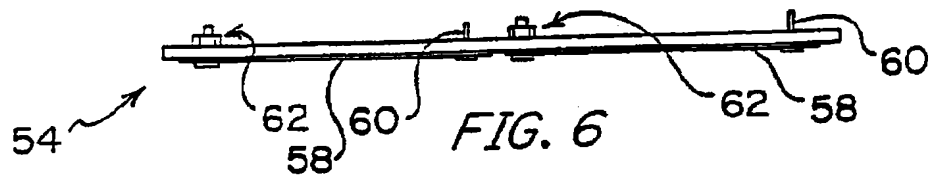
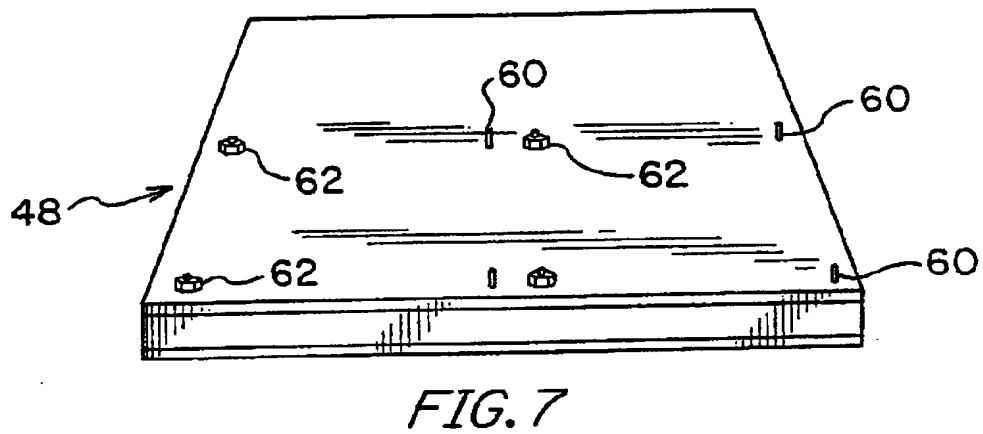


FIG. 5

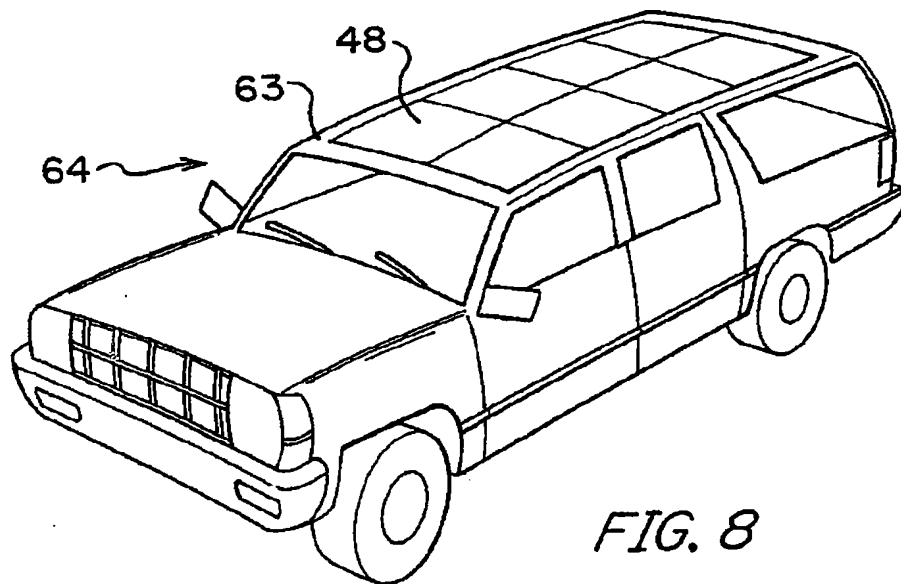
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

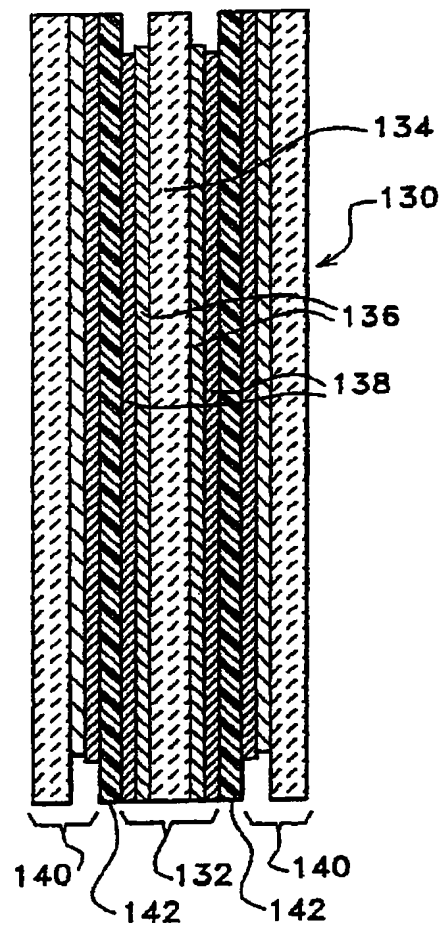


FIG. 9



【図10】

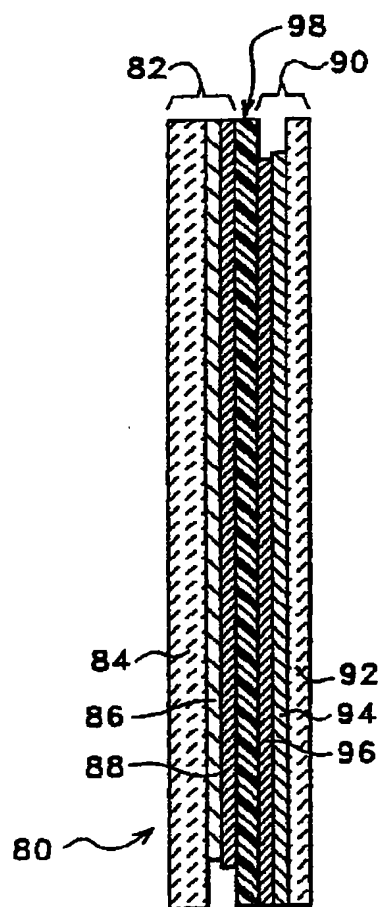


FIG. 10

【図 1 1】

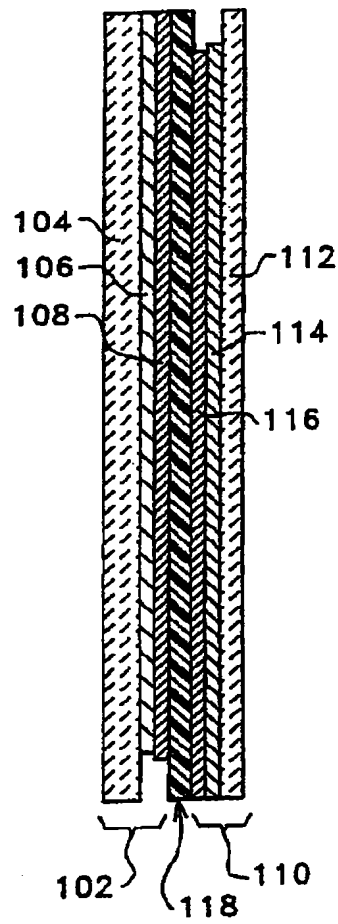
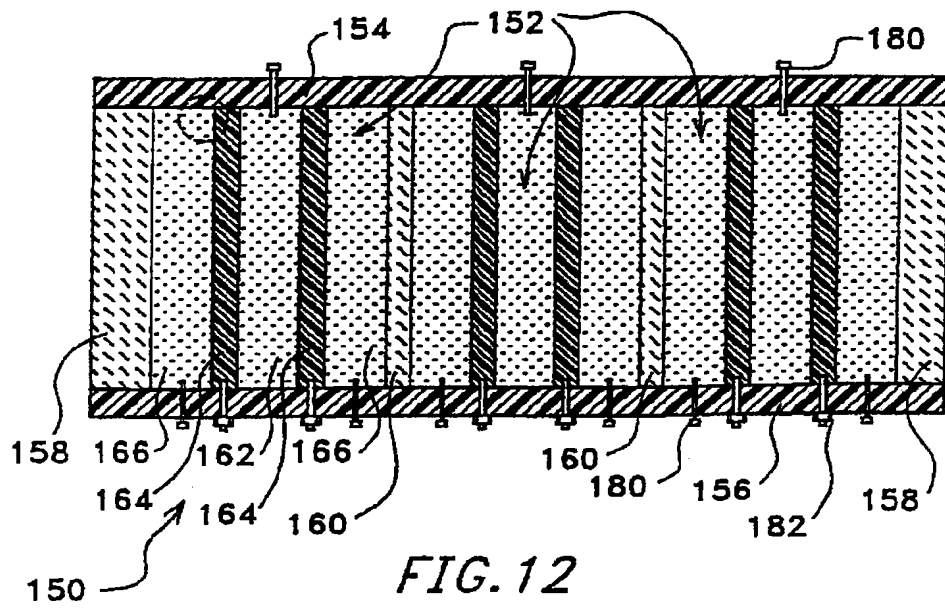
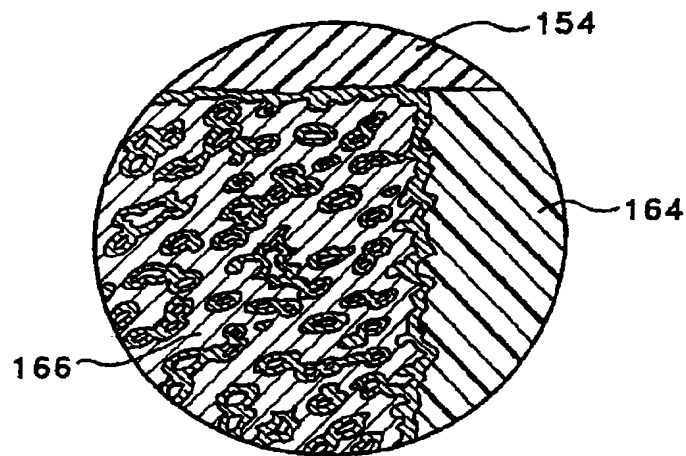


FIG. 11

【図12】



【図13】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US96/07758

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(6) : H01M 5/00, 6/46

US CL : 429/152, 154; 29/623.4

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 429/152, 154; 29/623.4

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

APS: Battery; Electrode; Stack?; Honeycomb.

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, A, 5,219,673 (KAUN) 15 June 1993	
A	US, A, 5,300,373 (SHACKLE) 05 April 1994	
A	US, A, 5,378,247 (SASAKI ET AL) 03 January 1995	
A,P	US, A, 5,478,668 (GOZDZ ET AL) 26 DECEMBER 1995	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document published on or after the international filing date	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Z"	document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search

26 JULY 1996

Date of mailing of the international search report

30 SEP 1996

Name and mailing address of the ISA/US  
Commissioner of Patents and Trademarks  
Box PCT  
Washington, D.C. 20231

Facsimile No. (703) 305-3230

Authorized officer

for DONALD R. VALENTINE

Telephone No. (703) 308-3327

## フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H 0 1 M	4/62	H 0 1 M	4/62
	4/66		4/66
	6/02		6/02
	10/30		10/30
	10/40		10/40

A  
Z  
A  
B

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, SZ, UG), AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TT, UA, UZ, VN